



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA ACADÉMICA

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR
PROGRAMA SINTÉTICO



UNIDAD ACADÉMICA: UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS.

PROGRAMA Ingeniería Mecatrónica.

ACADÉMICO:

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Control Clásico.

NIVEL: III.

PROPÓSITO GENERAL:

Diseña controladores analógicos de tipo proporcional, integral, derivativo y compensador con base en la técnica del lugar geométrico de las raíces y el diagrama de Bode.

CONTENIDOS:

- I. Conceptos de un sistema de control, Estabilidad y linealización de sistemas dinámicos.
- II. Análisis de la respuesta temporal y Control PID.
- III. El lugar geométrico de las raíces y Diagrama de Bode
- IV. Compensadores

ORIENTACIÓN DIDÁCTICA:

Se utilizará la estrategia de enseñanza-aprendizaje POL (aprendizaje orientado a proyectos). El facilitador aplicará los métodos de enseñanza-aprendizaje heurístico, deductivo, inductivo y sintético. Las técnicas que auxiliarán a la estrategia seleccionada serán las siguientes: Desarrollo del proyecto, Organizadores gráficos, Discusión guiada, Solución de problemas, Programas de cómputo, Exposiciones, Tareas de investigación, Desarrollo de prácticas y sus reportes.

EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN:

La presente Unidad de Aprendizaje se evaluará a partir del esquema de portafolio de evidencias, el cual se conforma de: evaluación diagnóstica, evaluación formativa, sumativa y rúbricas de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación.

Esta unidad de aprendizaje también se puede acreditar mediante:

- Evaluación de saberes previamente adquiridos, con base en los lineamientos establecidos por la Academia.
- Acreditación en otra Unidad Académica del IPN u otra institución educativa externa al Instituto Nacional ó internacional previo convenio establecido.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Dorf R. C., Bishop R.(2005), Sistemas de Control Moderno(10ª Edición), México: Pearson. ISBN: 84-205-4401-9
2. Franklin G. F., Powell J. D., Emami-Naeini A., Feedback(1994), Control of Dynamic Systems . (3ª Edición), USA: Addison-Wesley. ISBN: 0-201-53487-8
3. Kuo B. C.(1997), Sistemas de Control Automático (7ª Edición), México:Prentice-Hall. ISBN: 97-896-888-0723-1
4. Ogata K.(1998), Ingeniería de Control Moderna(3ª Edición), México: Prentice-Hall. ISBN: 0-13-227307-1
5. Coughlin R.,Frederick F.(1999), Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales (5ª Edición), México Pearson. ISBN 9-70-170267-0*

*Libro clásico.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA ACADÉMICA

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

upita-ipn

UNIDAD ACADÉMICA: UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS.

PROGRAMA ACADÉMICO: Ingeniería Mecatrónica.

ÁREA DE FORMACIÓN: En Manufactura, En Automatización

MODALIDAD: Presencial

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Control Clásico.

TIPO DE UNIDAD DE APRENDIZAJE: Teórico/práctica, Obligatorio

VIGENCIA: Agosto 2011

NIVEL: III

CRÉDITOS: 7.5 (Tepic) 4.35 (SATCA)

INTENCIÓN EDUCATIVA

Esta unidad de aprendizaje contribuye a conformar el perfil de egreso del Ingeniero Mecatrónico, así como desarrolla destreza para resolver problemas de diferentes tipos de control para el diseño e implementación a los sistemas mecatrónicos, a través de las siguientes competencias: Planificación y organización, transferencia de conocimientos y procedimientos a otros contextos, toma de decisiones, trabajo en equipo, manejo de diversas fuentes. Además, fomenta y desarrolla la comunicación asertiva, la creatividad y el pensamiento analítico para la solución de problemas afines al área de ingeniería.

La unidad de aprendizaje precedente es: Señales y Sistemas. La consecuente es: Modelado y Simulación de Sistemas Mecatronicos.

PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Diseña controladores analógicos de tipo proporcional, integral, derivativo y compensador con base en la técnica del lugar geométrico de las raíces y el diagrama de Bode.

TIEMPOS ASIGNADOS

HORAS TEORÍA/SEMANA: 3.0

HORAS PRÁCTICA/SEMANA: 1.5

HORAS TEORÍA/SEMESTRE: 54.0

HORAS PRÁCTICA/SEMESTRE: 27.0

HORAS TOTALES/SEMESTRE: 81.0

UNIDAD DE APRENDIZAJE DISEÑADA POR: La Academia de Sistemas.

REVISADA Subdirección Académica

APROBADA POR: Consejo Técnico Consultivo Escolar.

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
M. eugenio perez perez
EN INGENIERIA EN TECNOLOGIAS AVANZADAS
Presidente del CTE.

AUTORIZADO POR:

Comisión de Programas Académicos del Consejo General Consultivo del IPN

Ing. Rodrigo de Jesús Serrano
Dominguez
SECRETARIA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
Secretario Técnico de la
Comisión de Programas Académicos de la DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR



UNIDAD DE APRENDIZAJE: Control Clásico

HOJA: 3 DE 10

N° UNIDAD TEMÁTICA: I

NOMBRE: Conceptos de un sistema de control, Estabilidad y linealización de sistemas dinámicos.

UNIDAD DE COMPETENCIA

Analiza la estabilidad de sistemas de control lineales y linealizados en el punto de equilibrio con base en el criterio de Ruth-Hurwitz y en el sentido B.I.B.O.

No.	CONTENIDOS	HORAS AD Actividades de docencia		HORAS TAA Actividades de Aprendizaje Autónomo		CLAVE BIBLIOGRÁF ICA
		T	P	T	P	
1.1	Conceptos.	0.5	1.0	1.0	1.0	1B,2B,4B
1.1.1	Definición del concepto de sistema de control automático.					
1.1.2	Tipos de sistemas de control: lazo abierto, lazo cerrado y retroalimentación.					
1.2	Esquema del sistema de control.	0.5	1.0	1.0	0.5	
1.2.1	Conceptos de diagramas de bloques.					
1.2.2	Diagrama básico de un sistema de control en lazo cerrado.					
1.2.3	Objetivos básicos de un sistema de control.					
1.2.4	Definición de señales y elementos en un sistema de control en lazo cerrado.					
1.2.5	Ejemplos de sistemas de control de lazo cerrado.	0.5	0.5	2.0	0.5	
1.3	Definición en sentido BIBO.					
1.3.1	Conceptos.					
1.3.2	Relación de los polos de una función de transferencia y la estabilidad.	0.5	0.5	2.0	0.5	
1.4	Arreglo y criterio de Ruth – Hurwitz para determinar la estabilidad.					
1.4.1	Arreglo de Ruth y sus casos particulares.	0.5	0.5	2.0	0.5	
1.4.2	Criterio de estabilidad de Ruth – Hurwitz.					
1.4.3	Obtención de ganancias tal que los sistemas sean estables.					
1.5	Linealización.		1.0	1.0	0.5	
1.5.1	Definición de linealidad de un sistema.					
1.5.2	Linealización de funciones alrededor de un punto de operación mediante su expansión en serie de Taylor.					
1.5.3	Obtención de funciones de transferencia de los sistemas linealizados.					
1.5.4	Determinación de la estabilidad de los puntos de equilibrio.					
Subtotales:		2.0	4.0	7.0	3.0	

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

Encuadre del curso y formación de equipos de trabajo.

La presente unidad se abordará a partir de la estrategia de aprendizaje orientado a proyectos, el facilitador aplicará los métodos deductivo e inductivo, lo que permitirá la consolidación de las siguientes técnicas de aprendizaje:

Desarrollo del proyecto, Solución de problemas, Tareas de investigación, Desarrollo de las prácticas 1 y 2 con sus respectivos reportes.

EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Evaluación Diagnóstico

Portafolio de evidencias:

Problemas resueltos

15%

Reporte investigación

20%

Reportes de prácticas

15%

Evaluación escrita

30%

Propuesta del proyecto

10%

Autoevaluación (con rúbrica)

5%

Coevaluación (con rúbrica)

5%



UNIDAD DE APRENDIZAJE: Control Clásico

HOJA: 4 DE 10

N° UNIDAD TEMÁTICA: II

NOMBRE: Análisis de la respuesta temporal y Control PID.

UNIDAD DE COMPETENCIA

Aplica los métodos de sintonización de los controladores tipo P, PI, PD y PID con base en las técnicas de Ziegler-Nichols.

No.	CONTENIDOS	HORAS AD Actividades de docencia		HORAS TAA Actividades de Aprendizaje Autónomo		CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	T	P	
2.1	Entradas de prueba.	0.5	0.5	1.5	0.5	1B,3B,5C
2.1.1	Los polos y el tipo de respuesta en el tiempo.					
2.1.2	Definición de las frecuencias natural y amortiguada y del factor de amortiguamiento.					
2.1.3	Definición del concepto de polos dominantes.					
2.2	Análisis de la respuesta transitoria.	0.5	0.5	2.0	0.5	
2.2.1	Sistemas de primer orden y la constante de tiempo.					
2.2.2	Sistemas de segundo orden y parámetros de especificación.					
2.3	Análisis del estado estacionario.	0.5	0.5			
2.3.1	Definición del tipo de sistema.			1.5		
2.3.2	Definición del error de estado estacionario para sistemas con retroalimentación.					
2.3.3	Definición de las constantes de error.					
2.4	Estructura del controlador.	0.5	0.5	2.0	0.5	
2.4.1	Estructura básica.					
2.4.2	Acciones de control y sus efectos sobre el desempeño del sistema (P, PI, PD, PID).					
2.5	Reglas de sintonización de controladores PID.		1.0	1.5		
2.5.1	Ajuste empírico de las ganancias. Primer método de Ziegler – Nichols (curva de reacción).					
2.5.2						
2.5.3	Segundo método de Ziegler – Nichols (método de oscilación).					
Subtotales:		2.0	3.0	8.5	1.5	

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

La presente unidad se abordará a partir de la estrategia de aprendizaje orientado a proyectos, el facilitador aplicará los métodos heurístico e inductivo, lo que permitirá la consolidación de las siguientes técnicas de aprendizaje: Desarrollo del proyecto, Discusión guiada, Desarrollo de las prácticas 3 y 4 con sus respectivos reportes.

EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Portafolio de evidencias:

Mesa redonda	30%
Reportes de prácticas	15%
Evaluación escrita	25%
Avance del proyecto (1)	20%
Autoevaluación (con rúbrica)	5%
Coevaluación (con rúbrica)	5%



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA ACADÉMICA

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR



UNIDAD DE APRENDIZAJE: Control Clásico

HOJA: 5 DE 10

N° UNIDAD TEMÁTICA: III

NOMBRE: Lugar geométrico de las raíces y diagrama de bode.

UNIDAD DE COMPETENCIA

Analiza las respuestas y estabilidad de los sistemas de control y su margen de fase y de ganancia con base en el Lugar Geométrico de las Raíces (LGR) y el diagrama de Bode respectivamente

No.	CONTENIDOS	HORAS AD Actividades de docencia		HORAS TAA Actividades de Aprendizaje Autónomo		CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	T	P	
3.1	Definición del concepto del LGR.		1.0	4.0	1.0	1B,2B,3B
3.2	Reglas para la construcción del LGR.	0.5	1.0	4.0	1.0	
3.3	Análisis de sistemas de control mediante el LGR.	0.5	1.0	4.0	1.5	
3.3.1	Ajuste de la ganancia K, tal que se logre cierta respuesta temporal (transitoria).					
3.4	Diagramas de Bode.	0.5	1.0	4.0	1.5	
3.4.1	Diagramas de magnitud y fase.					
3.4.2	Obtención de los diagramas aproximados de Bode.					
3.4.3	Márgenes de fase y ganancia.					
	Ajuste de la ganancia para lograr un margen de fase o ganancia determinado.					
Subtotales:		1.5	4.0	16.0	5.0	

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

La presente unidad se abordará a partir de la estrategia de aprendizaje orientado a proyectos, el facilitador aplicará los métodos deductivo e inductivo, lo que permitirá la consolidación de las siguientes técnicas de aprendizaje: Desarrollo del proyecto, Solución de problemas, Programas de cómputo, Desarrollo de las prácticas 5 y 6 con sus respectivos reportes.

EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Portafolio de evidencias:

Resolución de problemas	15%
Reportes de prácticas	15%
Evaluación escrita	20%
Avance del proyecto (2)	25%
Desarrollo de programas	15%
Autoevaluación (con rúbrica)	5%
Coevaluación (con rúbrica)	5%



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA ACADÉMICA

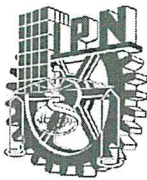
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR



UNIDAD DE APRENDIZAJE: Control Clásico

HOJA: 6 DE 10

N° UNIDAD TEMÁTICA: IV		NOMBRE: Compensadores				
UNIDAD DE COMPETENCIA						
Diseña controladores en sistemas dinámicos físico con base en las técnicas de los compensadores.						
No.	CONTENIDOS	HORAS AD Actividades de docencia		HORAS TAA Actividades de Aprendizaje Autónomo		CLAVE BIBLIOGRÁFICA
		T	P	T	P	
4.1	Especificaciones de diseño en el tiempo y en la frecuencia.	1.0	1.5	6.0	1.0	1C,2B,3B
4.2	Diseño de compensadores.	2.0	3.0	8.0	1.0	
4.2.1	Compensador de atraso de fase.					
4.2.2	Compensador de adelanto de fase.					
4.2.3	Compensación de atraso – adelanto de fase.					
Subtotales:		3.0	4.5	14.0	2.0	
ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE						
La presente unidad se abordará a partir de la estrategia de aprendizaje orientado a proyectos, el facilitador aplicará el método heurístico, lo que permitirá la consolidación de las siguientes técnicas de aprendizaje: Desarrollo del proyecto, Solución de problemas, Programas de cómputo, Desarrollo de la práctica 7 con su reporte.						
EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES						
Portafolio de evidencias:						
Resolución de problemas		15%				
Reportes de prácticas		15%				
Evaluación escrita		15%				
Reporte final del proyecto		30%				
Desarrollo de programas		15%				
Autoevaluación (con rúbrica)		5%				
Coevaluación (con rúbrica)		5%				



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA ACADÉMICA

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR



UNIDAD DE APRENDIZAJE: Control Clásico

HOJA: 7 DE 10

RELACIÓN DE PRÁCTICAS

PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	UNIDADES TEMÁTICAS	DURACIÓN	LUGAR DE REALIZACIÓN
1	Identificación de señales y elementos en un sistema de control de lazo cerrado.	I	3.0	Laboratorio de Computación
2	Linealización.	I	4.0	
3	Respuesta temporal.	II	1.5	
4	Controlador PID.	II	3.0	
5	Construcción y análisis del Lugar Geométrico de las Raíces.	III	4.5	
6	Respuesta en frecuencia de sistemas.	III	4.5	
7	Diseño de compensadores.	IV	6.5	
		TOTAL DE HORAS	27.0	

EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN:

Las prácticas se consideran requisito indispensable para acreditar esta unidad de aprendizaje.

Las prácticas aportan el 15% de la calificación de la unidad de aprendizaje, el cual está considerado dentro de la evaluación continua.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA ACADÉMICA

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR



UNIDAD DE APRENDIZAJE: Control Clásico

HOJA: 8 DE 10

PERIODO	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN	
1	I I	Evaluación continua	70%
		Evaluación escrita	30%
2	II y III	Evaluación continua	80%
		Evaluación escrita	20%
3	IV	Evaluación continua	85%
		Evaluación escrita	15%
<p>Los porcentajes con los que cada unidad temática contribuyen a la evaluación final son: La unidad I aporta el 10% de la calificación final. La unidad II aporta el 25% de la calificación final. La unidad III aporta el 35% de la calificación final. La unidad IV aporta el 30% de la calificación final.</p> <p>Esta unidad de aprendizaje también se puede acreditar mediante:</p> <ul style="list-style-type: none">• Evaluación de saberes previamente adquiridos con base en los lineamientos que establezca la Academia.• Acreditación en otra UA del IPN u otra institución educativa externa al IPN nacional ó internacional previo convenio establecido.			



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA ACADÉMICA

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR



UNIDAD DE APRENDIZAJE: Control Clásico

HOJA: 9 DE 10

CLAVE	B	C	BIBLIOGRAFÍA
1	X		Dorf R. C., Bishop R.(2005), Sistemas de Control Moderno(10ª Edición), México: Pearson. ISBN: 84-205-4401-9
2	X		Franklin G. F., Powell J. D., Emami-Naeini A., Feedback (1994), Control of Dynamic Systems. (3ª Edición), USA: Addison-Wesley. ISBN: 0-201-53487-8
3	X		Kuo B. C.(1997), Sistemas de Control Automático (7ª Edición), México: Prentice-Hall. ISBN: 97-896-888-0723-1
4	X		Ogata K. (1998), Ingeniería de Control Moderna (3ª Edición), México: Prentice-Hall. ISBN: 0-13-227307-1
5		X	Coughlin R., Frederick F.(1999), Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales (5ª Edición), México Pearson. ISBN 9-70-170267-0



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA ACADÉMICA

DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR



PERFIL DOCENTE POR UNIDAD DE APRENDIZAJE

1. DATOS GENERALES

UNIDAD ACADÉMICA: UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS

PROGRAMA ACADÉMICO: Ingeniería Mecatrónica

NIVEL

III

ÁREA DE FORMACIÓN:

Institucional

Científica
Básica

Profesional

Terminal y de
Integración

ACADEMIA: Sistemas

UNIDAD DE APRENDIZAJE: Control Clásico

ESPECIALIDAD Y NIVEL ACADÉMICO REQUERIDO: Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica.

2. PROPOSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE: Diseña controladores analógicos de tipo proporcional, integral, derivativo y compensador con base en la técnica del lugar geométrico de las raíces y el diagrama de Bode.

3. PERFIL DOCENTE:

CONOCIMIENTOS	EXPERIENCIA PROFESIONAL	HABILIDADES	ACTITUDES
Control Clásico. Modelado y simulación de sistemas físicos Cálculo diferencial e Integral. Variable Compleja. Álgebra Lineal. Transformada de Laplace. Ecuaciones diferenciales.	Dos años de experiencia mínima profesional en el campo de la ingeniería control e automatización, eléctrica.	Dominio de la asignatura. El manejo de equipo de medición y de prueba. Manejo de grupos. Comunicación oral y escrita. Capacidad de análisis y síntesis. Manejo de materiales didácticos. Organización. Creatividad. Uso de las TIC	Vocación docente. Honestidad. Ejercicio de la crítica constructiva. Respeto. Tolerancia. Ética. Responsabilidad. Colaboración. Superación docente y profesional. Buena presencia. Compromiso social e institucional.

ELABORÓ

M. en C. Yesenia Eleonor González Navarro
Presidenta de Academia

REVISÓ

M. en C. Jorge Fonseca Campos
Enc. de la Subdirección Académica

AUTORIZÓ

M. en C. Arodi Rafael Carvallo Domínguez
Director de la Unidad Académica